



(19) **RU** (11) **2 044 893** (13) **C1**
(51) МПК⁶ **F 01 C 3/02, F 04 C 3/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 92006194/29, 06.11.1992
(46) Дата публикации: 27.09.1995
(56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР N 1015078, кл. F 01C 17/06, 1981.

(71) Заявитель:
Макушенко Юрий Михайлович
(72) Изобретатель: Макушенко Юрий Михайлович
(73) Патентообладатель:
Макушенко Юрий Михайлович

(54) РОТОРНО-ПОРШНЕВАЯ МАШИНА

(57) Реферат:

Использование: в качестве преобразователей тепловой энергии в механическую насоса, компрессора, расходомера или дозатора. Сущность изобретения: во внутренних пересекающихся полостях статора, выполненных в виде тел вращения, размещены поршни с торцовыми криволинейными поверхностями, кинематически связанные между собой и являющиеся взаимными замыкателями. В

каждой паре полостей, имеющих один общий объем, размещены поршни, у которых углы между касательными полостями в точках касания и плоскостями, параллельными плоскостям вращения и проходящими через точки касания торцовых поверхностей, определяют заданными выражениями. Соприкасающиеся в общем объеме боковые радиальные поверхности поршней выполнены в виде частей боковых поверхностей тороидов. 2 ил.

RU 2 044 893 C1

RU 2 044 893 C1



(19) **RU** (11) **2 044 893** (13) **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **F 01 C 3/02, F 04 C 3/02**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 92006194/29, 06.11.1992

(46) Date of publication: 27.09.1995

(71) Applicant:
Makushenko Jurij Mikhajlovich

(72) Inventor: **Makushenko Jurij Mikhajlovich**

(73) Proprietor:
Makushenko Jurij Mikhajlovich

(54) **ROTARY PISTON MACHINE**

(57) Abstract:

FIELD: conversion of thermal energy to mechanical energy of pump, compressor, flowmeter or proportioner. SUBSTANCE: arranged in inner crossing chambers of stator made in form of bodies of revolution are pistons with curvilinear end surfaces which are kinematically linked together and are used as mutual contactors. Arranged in each pair of chambers having one common

volume are pistons whose angles between tangential chambers at points of contact and planes parallel to planes of rotation and passing through points of contact of end surfaces are determined by preset expressions. Lateral radial surfaces of pistons which are get in contact in common volume are made in form of parts of lateral surfaces of toroids. EFFECT: enhanced reliability. 2 dwg

RU 2 044 893 C1

RU 2 044 893 C1

Изобретение относится к машиностроению, а именно к устройствам роторно-поршневого типа, предназначенным для использования в качестве преобразователей тепловой энергии в механическую, а также в качестве насоса, компрессора, расходомера или дозатора.

Известна роторно-поршневая машина шестеренчатого типа, содержащая корпус, в котором выполнены две цилиндрические полости с параллельными осями, образующие общий объем в месте пересечения; в полостях размещены с возможностью вращения два взаимодействующих зубчатых ротора.

Кроме того, известен роторно-поршневой двигатель, содержащий корпус с рабочей камерой, образованной двумя пересекающимися цилиндрическими поверхностями, и снабженный окнами газообмена, два установленных на параллельных валах и находящихся в зацеплении ротора (ведущий и ведомый) соответственно с зубьями и впадинами циклоидального профиля, выполненными снаружи и внутри начальных окружностей; в корпусе отдельно для каждого ротора выполнены впускные и выпускные окна, передние и задние кромки которых очерчены по профилю впадин соответствующего ротора, а угловое расстояние от ближайшей линии пересечения цилиндрических поверхностей до точки на кромке окна по крайней мере равно угловому расстоянию между соседними зубьями соответствующего ротора или ширине впадины ротора, измеренной по описанной окружности.

Положительными качествами аналогов являются использование фигур вращения при создании рабочих органов внутренних полостей статоров и зубчатых роторов и только вращательное движение роторов при их функционировании.

Недостатками известных роторно-поршневой машины и роторно-поршневого двигателя являются: малое изменение переменного объема между взаимодействующими зубьями роторов из-за невозможности создания надежного запирания объема между ними при глубоком проникновении зубьев одного ротора во впадины между зубьями другого; запирание переменного объема только за счет касаний по линиям резко отличающихся при этом по кривизне поверхностей взаимодействующих участков роторов, что способствует возникновению кавитации и разрушению этих поверхностей и соответственно снижению надежности в работе известных устройств; отсутствие принудительного всасывания и удаления рабочего тела, перенос части продуктов сгорания от выходного окна к входному впадинами между зубьями роторов и тем самым малое использование энергии расширения, так как после выхода из зацепления зубьев роторов рабочее тело расширяется, не производя полезной работы.

Известна роторно-поршневая машина, принятая за прототип, содержащая статор с внутренними пересекающимися полостями, выполненными в виде тел вращения, и размещенными в них поршнями, являющимися взаимными замыкателями и кинематически связанными между собой, каналы подвода и отвода рабочей среды.

Недостатки известной роторно-поршневой машины в том, что не обеспечивается необходимая для скоростной работы центровка рабочих органов (статическая и динамическая балансировка), так как центр масс дуговых поршней как по отдельности, так и вместе не совпадает с их осью вращения. Кроме того, наличие двусторонних скосов торцов дугообразных поршней, необходимое для возможности смены поршней в двух общих объемах пересекающихся тороидальных полостей, не позволяет обеспечить полное замыкание (перекрытие) общих объемов в моменты смены в них дугообразных поршней, что снижает надежность функционирования известной роторно-поршневой машины и не позволяет создать камеру сгорания для двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

Технической задачей изобретения является повышение надежности машины в работе и уменьшение вибраций путем обеспечения полного и постоянного замыкания общего объема пересекающихся полостей и осуществления статической и динамической балансировки рабочих органов.

Для этого в роторно-поршневой машине, содержащей статор с внутренними пересекающимися полостями, выполненными в виде тел вращения с размещенными в них поршнями, имеющими торцовые скосы и кинематически связанными между собой, являющимися взаимными замыкателями, и каналы подвода и отвода рабочей среды, каждая пара упомянутых полостей, имеющих один общий объем, содержит поршни с односторонне скошенными торцовыми поверхностями, углы скосов которых в точках касания задаются выражениями

$$F_1 = \arccos \frac{(nr_j - r_j) \cdot r_i}{|nr_i - r_j| \cdot |r_i|}$$

$$F_j = \arccos \frac{(r_j - nr_i) \cdot r_j}{|nr_i - r_j| \cdot |r_j|}$$

$U = F_i + F_j$; где n передаточное отношение кинематической связи между поршнями;

r_i и r_j радиусы-векторы, проведенные от i -ой и j -ой осей вращения поршней до точки касания их торцовых поверхностей в общем объеме;

U угол взаимного пересечения полостей;

выражение $r_i \cdot r_j$ скалярное произведение векторов;

выражение $|r_i|$ модуль вектора, точки касания расположены на геликоидальных поверхностях, а соприкасающиеся в общем объеме боковые радиальные поверхности поршней выполнены в виде частей боковых поверхностей тороидов, причем число поршней, расположенных в каждой из внутренних полостей, не менее двух и выполнены они в виде симметричных относительно их оси вращения и оси внутренней полости зубчатых роторов, жестко связанных с валами.

Указанные математические выражения получены при анализе векторов скоростей касающихся точек роторов при условиях: непрерывность линии касания и пересечение ею общего объема таким образом, чтобы смежные переменные объемы были полностью разделены; отсутствие заклинивания роторов и плавное

расхождение контактирующих поверхностей с возникновением достаточно протяженных малых зазоров вблизи линий касания.

Совокупность указанных признаков единственным образом позволяет достичь одновременно качественного запирающего общего объема поршнями и их статической и динамической балансировки.

Дугообразные поршни известной роторно-поршневой машины осуществляют полное замыкание общих объемов и тем самым переменных объемов, пока эти общие объемы заняты только одним поршнем. Двусторонний скос торцов дугообразных поршней позволяет им сменять друг друга одновременно в обоих общих объемах, но при этом общие объемы замыкаются только наполовину и возникает связь между тороидальными полостями. Отказ от двустороннего в пользу одностороннего скоса торцовых поверхностей поршней позволяет целиком и постоянно перекрывать общий объем пересекающихся полостей, однако при этом невозможно осуществить смену поршней в обоих общих объемах из-за заклинивания поршней в одном из них, т. е. допустим только один общий объем, подобно тому, как это выполнено в аналогах. Последнее ограничение влечет за собой перекрещивание осей вращения поршней вместо их пересечения и выполнение торцовых поверхностей поршней неплоскими, а винтовыми, геликоидального типа. Однако последнее обстоятельство (разнесение осей вращения поршней) позволяет выполнить их не дугообразными, шарнирно связанными с муфтой, состоящей из сферических подвижных сегментов, а в виде зубчатых роторов, жестко соединенных со своими валами. Число зубьев роторов выбирается не менее двух, что и позволяет выполнить эти зубчатые роторы симметричными относительно своих осей вращения и сбалансированными без противовесов. Благодаря внешнему контактированию зубчатых роторов и отсутствию необходимости соединения с единственной муфтой связи, число взаимодействующих роторов (и соответственно внутренних полостей) не обязательно два, причем кинематическая связь между ними в свою очередь выполнена симметричной и сбалансированной относительно своих осей вращения в виде валов и зубчатых шестерен. Так как зубчатые роторы в общем объеме контактируют своими радиальными боковыми поверхностями, когда он занят целиком только одним ротором, то эти радиальные поверхности в свою очередь обязаны препятствовать перетеканию рабочего тела вдоль по поверхностям касания, что возможно, если они представляют собой части боковых поверхностей таких фигур вращения, как тороид или однополосный гиперболоид.

В результате рабочие органы представляют собой зубчатые роторы, симметричные относительно своих осей вращения и содержащие указанные поверхности. Ограничение о единственности общего объема у пересекающихся полостей легко устраняется путем введения дополнительных аналогичных внутренних полостей со своими зубчатыми роторами и имеющих по одному общему объему с

имеющимися полостями и (при необходимости) между собой.

Эффективность поршневых машин всегда зависела от надежности замыкающих переменные объемы устройств. Так для большинства поршневых машин с кривошипно-шатунным механизмом, когда поршень совершает только возвратно-поступательное движение, наилучшим решением оказалось применение пружинных поршневых колец. Однако там, где поршень совершает еще и вращательное движение, альтернативы поршневым кольцам не нашлось. Поэтому проблема наилучшего запирающего переменных объемов во всех случаях решается конкретно применительно к данному устройству. В основном это подпружиненные заслонки, скользящие в пазах ротора или статора, шарнирные заслонки, установленные на роторе, или заслонки, вращающиеся синхронно с ротором на своих собственных осях. Так в роторно-поршневом двигателе Ванкеля в углах треугольного ротора установлены подпружиненные контактные заслонки, скользящие по поверхности внутренней полости статора и обеспечивающие разделение смежных объемов только по линии касания. Тем не менее, несмотря на усилие прижимающих пружин, центробежных сил и дополнительных сил от давления газов, наблюдается отрыв заслонок от профиля статора при прохождении ими участков трохоиды с отрицательной кривизной, а уплотняющие заслонки испытывают значительные знакопеременные нагрузки. Такая перегруженность уплотнений связана еще и с тем, что профили статора и треугольного ротора резко отличаются по кривизне.

В предлагаемой роторно-поршневой машине отсутствуют уплотняющие устройства. Замыкание объемов осуществляется только за счет касаний сопрягаемых поверхностей и примыкающих к ним протяженных малых зазоров, возникающих рядом с ними из-за малой разницы в кривизне сопрягаемых поверхностей. Проведенные с помощью математического моделирования на ЭВМ исследования позволили определить классы и характеристики всех сопрягаемых поверхностей машины, которые оказались тороидальными или гиперболоидными на радиальных и геликоидальными на торцовых поверхностях зубьев роторов, причем:

число пересекающихся полостей с расположенными в них зубчатыми роторами может быть увеличено, если они будут аналогичны с имеющимися и пересекаться с ними под соответствующими углами, а роторы синхронизованы в своем вращении с имеющимися, причем ширина пересекающихся полостей может различаться;

расположением впускных и выпускных каналов можно регулировать давление в зоне общего объема в моменты смены зубьев роторов;

угловые расстояния, соответствующие зубьям роторов и впадинам между ними, могут различаться.

На фиг. 1 изображена предлагаемая роторно-поршневая машина с двумя одинаковыми взаимно перпендикулярными

зубчатыми роторами, представлено сечение машины по оси ротора 4 плоскостью, перпендикулярной к оси ротора 5; на фиг.2 то же, сечение машины по оси ротора 5 плоскостью, перпендикулярной к оси ротора 4.

Роторно-поршневая машина содержит статор 1 с пересекающимися внутренними в виде тел вращения полостями 2 и 3, например под углом 90° , и общим объемом, размещенными в них кинематически связанными между собой зубчатыми роторами 4 и 5 с односторонним скосом торцовых поверхностей зубьев 6, и каналы подвода 7 и 8 и отвода рабочей среды 9 и 10. Устройство кинематической связи в виде зубчатых шестерен 11 на валах роторов 12 и 13, герметически изолировано от полостей 2 и 3.

Роторно-поршневая машина работает следующим образом.

При синхронном движении в указанных на фиг.1 и 2 направлениях зубья роторов 4 и 5 поочередно запирают общий объем, образованный за счет пересечения внутренних полостей 2 и 3, при любых разрешенных кинематической связью между роторами (в данном случае кинематическая связь осуществлена посредством конических шестерен 11) положениях, в том числе и при одновременном нахождении зубьев роторов в общем объеме. На фиг.1а представлено такое взаимное положение роторов, когда верхний зубчатый ротор 4 занял общий объем и разделил верхнюю часть внутренней полости 3, расположенную между зубьями 5, на два переменных объема левый и правый. Рабочее тело (среда), полученное при внешнем сгорании, подается по впускным каналам 7 и 8. В изображенном положении роторов 4 и 5 впускной канал 7 перекрыт зубом ротора 4 и рабочее тело втекает только по каналу 8, оказывая давление как на осевую поверхность замыкающего ротора 4 и на поверхности статора, так и на боковую радиальную поверхность и торцовую поверхность 6 зубчатого ротора 5, вызывая вращение его по указанному направлению, так как все силы давления, кроме оказываемой на торцовую поверхность 6 ротора 5, уравновешены силами реакций в подшипниках валов 12 и 13. Таким образом роторы 4 и 5 вращаются в указанных направлениях, причем зубчатый ротор 4 вращается за счет усилия, передаваемого кинематической связью. Из-за вращения ротора 5 в левой части разделенной полости 3 осуществляется при этом вытеснение отработавшего рабочего тела в выпускной канал 10. Нижняя часть полости 3, заключенная между торцовыми поверхностями 6 зубчатого ротора 5, содержит отработавшее рабочее тело, которое при вращении переносится к выпускному каналу 10. Подобная ситуация продолжается до тех пор, пока в общем объеме не сойдутся торцовые поверхности 6 обоих зубчатых роторов 4 и 5. Торцовые поверхности проскользнут друг по другу, замыкая при этом общий объем за счет линий взаимного касания и протяженных малых зазоров около них, что следует из исследований, проведенных путем математического моделирования на ЭВМ, различных вариантов процесса смены

зубчатых роторов 4 и 5 в общем объеме в соответствии с приведенными выше уравнениями, удовлетворение которых обеспечивает качественное запирающее общего объема и беспрепятственное вращение роторов 4 и 5 без заклинивания.

После смены роторов в общем объеме открывается впускной канал 7 и рабочее тело начинает поступать во внутреннюю полость 2, оказывая давление на торцовую поверхность 6 зубчатого ротора 4. После этого повторяются все процессы, описанные выше по отношению к ротору 5, но только теперь отнесенные к зубчатому ротору 4, а зубчатый ротор 5 будет вращаться за счет усилия, передаваемого кинематической связью от ротора 4 к ротору 5. В полости 2 произойдет сначала расширение рабочего тела, затем перенос его к выпускному каналу 9 и далее интенсивное вытеснение его в выпускной канал 9.

Таким образом, создается практически постоянное во времени давление на систему зубчатых роторов 4 и 5 в направлении вращения. Для осуществления реверса необходимо рабочее тело вводить в каналы 9 и 10 и вытеснять в каналы 7 и 8.

Отбор мощности производится с валов 12 и 13 зубчатых роторов и (или) устройства кинематической связи в зависимости от конкретной конструкции.

При подводе механической энергии к роторам 4 и 5 при их вращении по указанным направлениям роторно-поршневая машина будет выполнять роль насоса или компрессора, тогда каналы 7 и 8 окажутся на стороне низкого давления, а каналы 9 и 10 на стороне высокого давления, при реверсе наоборот.

Следует отметить, что при любом режиме работы переменные объемы, возникающие вблизи общего объема, одновременно и по очереди выполняют строго определенные функции либо расширение, либо вытеснение.

По сравнению с роторно-поршневой машиной-прототипом, предлагаемая машина обеспечивает:

отсутствие вибраций ввиду того, что рабочие органы роторно-поршневой машины и кинематические средства связи являются симметричными и сбалансированными относительно своих осей вращения внутри роторно-поршневой машины и не совершают возвратно-поступательных либо планетарных движений;

при достигнутом высоком уровне в точности изготовления деталей рабочих органов роторно-поршневых машин, в предлагаемой роторно-поршневой машине все уплотнения рабочих органов возможно осуществить только за счет малых зазоров даже без масляных пленок в них;

безударное взаимодействие рабочих органов открывает возможность применения композиционных материалов.

Формула изобретения:

РОТОРНО-ПОРШНЕВАЯ МАШИНА, содержащая статор с внутренними пересекающимися полостями, выполненными в виде тел вращения, размещенные в них поршни с торцевыми криволинейными поверхностями, кинематически связанные между собой и являющиеся взаимными замыкателями, и каналы подвода и отвода рабочей среды, отличающаяся тем, что в

каждой паре упомянутых полостей, имеющих один общий объем, размещены поршни с торцевыми криволинейными поверхностями, у которых углы между касательными плоскостями в точках касания и плоскостями, параллельными плоскостям вращения поршней и проходящими через точки касания криволинейных торцевых поверхностей, задаются выражениями

$$F_i = \arccos \frac{(nr_i - r_j) \cdot r_i}{|nr_i - r_j| \cdot |r_i|} ;$$

$$F_j = \arccos \frac{(r_j - nr_i) \cdot r_j}{|nr_i - r_j| \cdot |r_j|} ;$$

$$F_i + F_j = \begin{cases} u & \text{при } F_i + F_j < \pi/2 \\ \pi - u & \text{при } F_i + F_j > \pi/2, \end{cases}$$

где n передаточное отношение кинематической связи между поршнями;

r_i, r_j -радиусы-векторы, проведенные от i -й и j -й осей вращения поршней до точки касания их торцевых поверхностей в общем объеме;

u угол вращения пересечения полостей;

$r_i \cdot r_j$ скалярное произведение векторов,

$|r_i|$ модуль вектора,

а соприкасающиеся в общем объеме боковые радиальные поверхности поршней выполнены в виде частей боковых поверхностей тороидов.

20

25

30

35

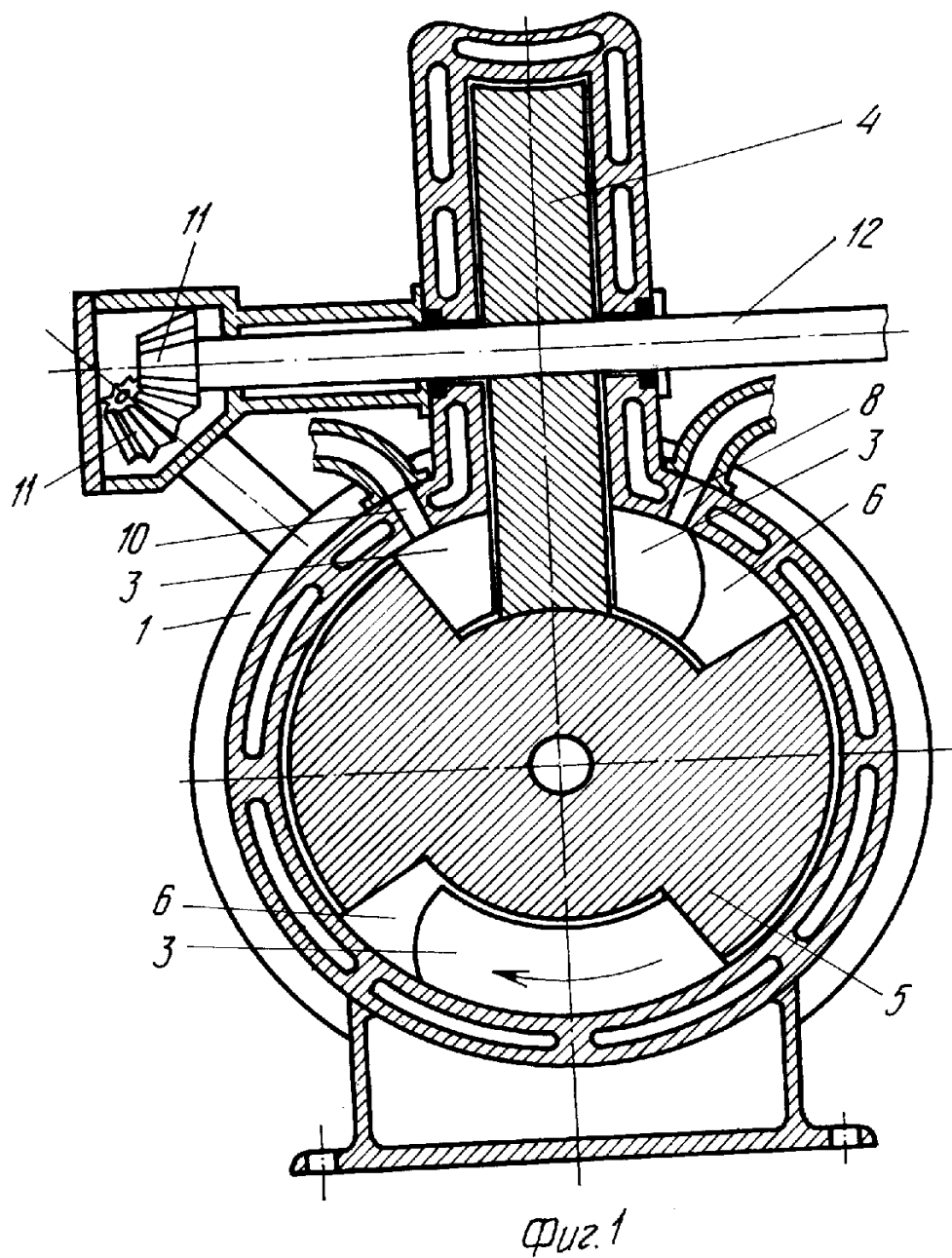
40

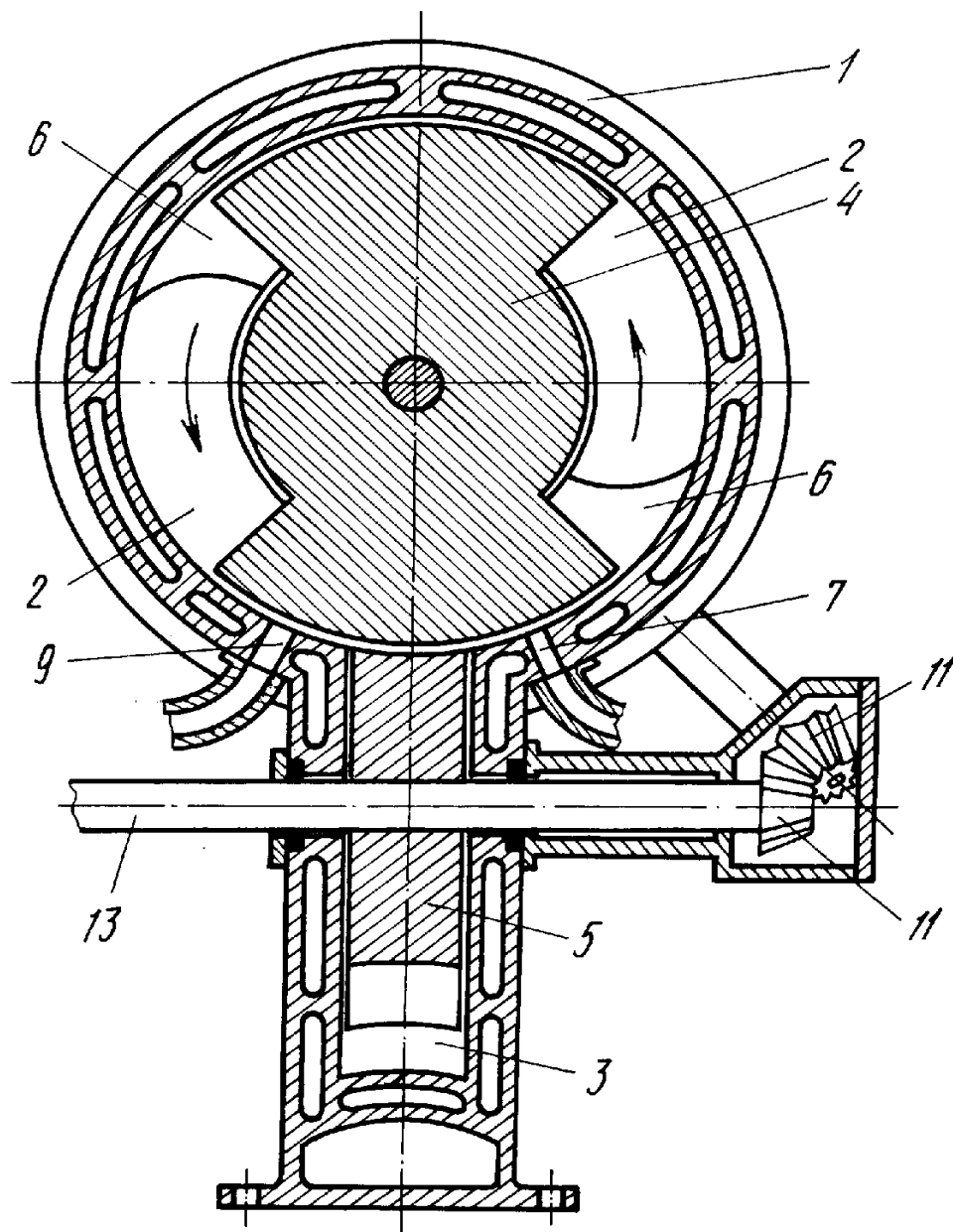
45

50

55

60





Фиг. 2

DERWENT-ACC-NO: 1996-228907

DERWENT-WEEK: 199623

COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Rotary piston machine has two intersecting cavities for two toothed rotors with curved inclined faces on teeth, and drive linkage with toothed pinions and rotor shafts

INVENTOR: MAKUSHENKO YU M

PATENT-ASSIGNEE: MAKUSHENKO YU M[MAKUI]

PRIORITY-DATA: 1992RU-006194 (November 6, 1992)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE
RU 2044893 C1	September 27, 1995	RU

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
RU 2044893C1	N/A	1992RU-006194	November 6, 1992

INT-CL-CURRENT:

TYPE	IPC DATE
CIPS	F01C3/02 20060101
CIPS	F04C3/02 20060101

ABSTRACTED-PUB-NO: RU 2044893 C1

BASIC-ABSTRACT:

The machine comprises stator (1) with intersecting cavities (2,3) located at e.g. 90 deg. to one another inside which are located two toothed rotors (4,5) having an inclined surface (6) on one face of the teeth, and inlet channels (7,8) and outlet channels (9,10) for the working medium. The machine has a kinematic linkage with toothed pinions (11) on rotor shafts (12,13), which are hermetically isolated from cavities (2,3). During synchronised movement, the rotors (4,5) alternatively close off the common enclosure formed by the intersection of cavities (2,3).

USE/ADVANTAGE - For transforming heat energy in mechanical pump, compressor, or dynamometer etc. Increases reliability and reduces vibration by providing complete filling of common volume and ensuring dynamic and static balance of rotors. Bul. 27/27.9.95

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1,2/2

TITLE-TERMS: ROTATING PISTON MACHINE TWO
INTERSECT CAVITY TOOTH ROTOR
CURVE INCLINE FACE DRIVE LINK
PINION SHAFT

DERWENT-CLASS: Q51 Q56

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 1996-192191